

育苗에 있어서 微量元素過不足現象과 그 對策

— 苗圃土壤을 中心으로 —

山林廳山林資源調查研究所 土壤調查科長 鄭 印 九

目 次

- 緒 論
- 1. 苗木의 養分元素
 - 가. 必須元素
 - 나. 多量元素
 - 다. 微量元素
- 2. 苗木의 營養診斷과 缺乏症
 - 가. 養料缺乏症狀
 - 1) 老葉(下葉)에서의 養料缺乏症狀
 - 2) 新葉(芽葉)에서의 養料缺乏症狀
 - 3) 其他養料의 缺乏症狀
 - 나. 養料元素의 缺乏과 過剩毒害
 - 1) 多量元素의 缺乏과 過剩毒害
 - 2) 微量元素의 缺乏과 過多
 - 3) 其他微量元素의 缺乏과 過多
- 3. 健苗生産을 爲한 提言

緒 論

健苗育成을 爲하여 무엇보다도 重要的 것은 苗圃土壤管理를 잘하여 培地를 健全하게 肥沃하도록하는데 있는 것이다.

特殊成分만 偏重하여 많은 것은 不足한 것만 못할뿐 아니라 毒害作用을 이르게 逆效果를 招來하게 되는 것이다.

또한 있어야할 養料元素가 缺乏되었을 때에는 苗木生育이 不良할 뿐만 아니라 病虫害에 原因이 되는 수도 있고 病害나 缺乏症狀을 誘發하게 되는 것이다.

여기서는 주로 어떤 元素가 過多하였을 때는 어떠한 影響을 苗木에 미치고 毒害作用이 發生하며 다른 養料元素와는 어떤 關係를 가지게 되는 것인가를 밝혀 보고자 한다.

또한 特殊養料元素가 不足하거나 缺乏하였을 때에는 苗木에 어떠한 症狀이 나타나며 우리가 肉眼으로 區別할 수 있는 方法을 提示하고 그

對策을 講求하는 方法等을 內容으로 記述하고자 한다.

더욱이 우리는 苗圃土壤中の 養料가 어느 程度라야 適當한 것이며 어느 程度가 過多한 것이고 또한 어느 程度以下가 不足한 것이며 缺乏한 것인지 여기서 規定하여 보고자 한다.

筆者는 20餘年間 우리나라 山地土壤이나 苗圃土壤을 分析하고 施肥處方을 해왔으므로 남이나라의 土壤이 아닌 우리나라 苗圃土壤을 中心으로 調査된 資料를 根據로 論述하고자 한다.

1. 苗木의 養分元素

가. 必須元素

育苗에 있어서 必須元素라 함은 養料의 10大元素와 16大元素를 總稱한 것으로서 前者는 10大元素라고 하고 後者는 必要元素라고 通稱하기도 한다.

1) 10 大元素

炭素(C) 水素(H) 酸素(O) 窒素(N) 磷(P) 加里(K) 石灰(Ca) 苦土(Mg) 硫黃(S) 鐵(Fe) 等이다.

2) 必要元素(16大元素)

前述한 10大元素外에도 水耕栽培나 砂耕栽培 實驗으로 因하여 만간(Mn) 붕소(B) 모리브덴(Mo) 銅(Cu) 亞鉛(Zn) 珪素(Si) 等도 苗木生育에 있어서 絶對必要한 微量元素로 判明되었다

나. 多量元素

苗木生育에 있어서 養料로서 多量으로 要求되는 元素를 多量元素라고 하며 10大元素中에서 窒素(N) 磷酸(P), 加里(K), 石灰(Ca), 苦土(Mg), 珪素(Si) 等을 意味한다.

多量元素는 苗木生體를 構成하는 主宗成分으로서 土壤中에서 不足하거나 缺乏하였을 때에는 症狀이 뚜렷이 나타나게 되며 苗木生育을 크게 左右하게 된다.

다. 微量元素

苗木生育에 있어서 微量이나마 없어서는 안될 元素로서 16大元素에 包含된 것과 아닌 것이 있다.

16大元素에 包含된 것으로는 鐵(Fe) 망간(Mn) 硼素(B) 모리브덴(Mo) 銅(Cu), 亞鉛(Zn) 硫黃(S) 等과 나트륨(Na) 鹽素(Cl) 알루미늄(Al) 코발트(Co) 바나듐(V) 等이었다.

微量元素는 樹種에 따라서 좀더 要求하는 것과 좀 적게 要求하는 傾向은 있으나 없어서는 生理的障害를 가져오며 過多時에는 孟烈한 毒害作用을 이르는 것들도 있다.

微量元素는 土壤粒子內에 含有하고 있거나 附着되어 있다. 反面에 多量元素는 土壤과 空氣 그리고 雨水에도 含有하고 있다.

即 空氣와 水에서는 炭素(C) 水素(H) 酸素

(O)의 三元素를 容易하게 利用하며 土壤으로 부터는 其他元素를 供給받게 되는 것이다.

더욱이 窒素(N)는 根瘤植物을 通하여 空氣中의 遊離窒素를 固定시켜 窒素養料를 吸收利用하고 있을 뿐 아니라 빛물은 落下하는 동안에 空中에서 窒素(N)를 吸着하여 떨어져 됨으로 雨水에 依하여 窒素를 供給받기도 한다.

그러나 最近에는 尿素나 硫安같은 人工肥料를 製造하여 施用하고 있으며 多量元素뿐만 아니라 微量元素들도 人工的으로 또는 鑛物에서 抽出하거나 化學的인 化合物로서 製造利用하게 이르렀다. 甚之於是 工業產物의 副產物로 生成되는 것을 加工利用하기도 한다.

必須元素의 供給源

多量元素			微量元素
空氣	水分	土壤粒子	土壤粒子
C, O, ※ N	H, O ※※N	N, P, K, Ca, Mg, Si	Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Na, Cl, Al, S, Co, V,

※ 根瘤植物

※※ 雨水에 基因

苗木에서의 必須元素의 生理的役割

必須元素 { 樹體構成元素 : C, H, O, N, S, P, Ca, Mg
代謝觸媒元素 : Mg, Fe, Mn, Cu, Mo, Ca, Na
生體觸媒元素 : K, B

2. 苗木의 養營診斷과 缺乏症

前述한 必須元素의 多量元素나 微量元素의 過不足現狀은 곧 苗木生育狀態를 나타내는 것이므로 苗木의 營養診斷으로서 缺乏症狀을 알 수 있는 것이다.

가. 養料缺乏症狀

苗木의 養料缺乏症狀이 나타나는 것을 肉眼으로 形態나 色調를 가지고 區別하여 識別하는 것으로서 老葉(下葉)이나 新葉(芽葉)에서 症狀이 나타나는 것이다.

1) 老葉(下葉; 古葉)에서의 養料缺乏症狀

苗木의 下葉에서 主로 나타나는 缺乏症狀은 2

가지 形態가 있다. 하나는 苗木全體에서 나타나는 것으로 窒素(N)와 磷酸(P) 缺乏症狀이고 다른 하나는 老葉에만 주로 나타나는 것으로 加里(K) 苦土(Mg) 缺乏症狀이다. 이들의 症狀은 주로 下葉에서 發生하여 甚하면 苗木全體에 미치나 미치는 程度가 下葉에 苗木全體에 미치는 것이 빠른것은 N, P 缺乏症이고 下葉에 甚하게 나타났다가 徐徐히 上方으로 미치는 것은 K, Mg 缺乏症이다.

가) 缺乏症狀이 老葉과 苗木全體에서 나타나는 것

(1) 窒素(N) 缺乏症

苗木全體가 不良하고 細胞는 小形이며 生育不振하고 下葉부터 軟한 淡綠色~黃綠色이 되어 上方의 新梢部로 症狀이 옮겨 간다. 따라서 뿌리의 發育도 나빠진다. 잎에 生長이 不良하고 小形의 葉이 되고 만다.

(2) 磷酸(P) 缺乏症

葉이 暗綠色 또는 赤紫色으로 되고 下葉은 黃變한다. 苗木의 上長生長이 不良하여 倭小하게 자라고 根系發育이 나빠다. 苗木에서는 生育初期의 發育이 遲延되고 萎縮되며 新梢發育이 不良하여진다. 杉나무 槲柏은 新梢發育이 停止되고 줄기는 綠褐色 葉은 暗紫綠色으로 變한다. 赤松과 낙엽송은 頂芽를 除外하고는 下葉부터 暗紫色으로 變한다.

특히 磷酸不足이나 缺乏症은 生育初期에 發生하며 甚할 때는 下葉이 赤紫色으로 變한다. 낙엽송 幼苗에서는 磷酸이 不足時에 葉色은 若干 退色되는 程度이나 立枯病이 發生하여 全滅하는 例가 많다.

나) 缺乏症狀이 주로 老葉에만 나타나는 것

(1) 加里(K) 缺乏症

苗木全體가 힘이 없어 보이며 老葉先端과 葉脈間에 黃褐色의 斑點이 생기며 葉莖이나 苗幹이 細長한다.

잎은 때로는 下方으로 灣曲하기도 하고 苗枝가 축축느러진다.

加里의 缺乏症이 甚할때는 苗木全體가 黃化現象을 일으킨다.

杉나무 椴木은 暗綠色~淡黃色으로 되고 下葉

은 赤색으로 變한다.

소나무 낙엽송은 暗綠色~淡黃色으로 變하여 頂芽가 萎縮되 있다.

磷酸不足은 下葉基部에서 赤紫色으로 變하는데 反해 加里不足은 下葉先端에서부터 症狀이 나타난다.

加里(K)가 不足하면 針葉樹苗木은 葉振病이 蔓延하게 된다.

(2) 苦土(Mg) 缺乏症

苦土는 葉綠素의 構成成分이며 苗體內에서 磷의 轉流에 關與하는 作用도 한다. 苦土(Mg)의 缺乏은 下葉(古葉)이 黃褐赤色으로 變하고 漸次 甚하면 上方의 新葉쪽으로 옮겨 간다.

磷酸(P) 不足은 生育初期에 나타나는데 苦土(Mg) 不足은 生育中期와 後期에 下葉의 尖端部에서 黃綠色~桃黃色이나 赤褐色으로 나타난다.

苦土不足의 程度가 甚하여짐에 따라 上葉(芽葉)으로 옮겨 간다.

杉나무는 下葉先端部부터 赤褐色~桃黃色으로 變하고 槲柏은 黃綠色~赤褐色으로 變하고 낙엽송과 소나무는 黃綠色이나 黃色을 呈하게 된다.

2) 新葉에서의 養料缺乏症狀

주로 芽葉部分의 新葉에서 症狀이 나타나는 것으로서 두가지 形態가 있다.

하나는 幼葉先端인 頂芽部分의 芽葉이나 그 基部가 變形하거나 頂芽가 枯死하는 것이며 다른 하나는 新葉은 枯死하지 않으나 芽葉이 黃色이나 黃白色으로 褪色하면서 萎縮되는 것으로서 鐵(Fe) 망간(Mn)의 缺乏症이나 不足症이 그것이다.

가) 新葉(芽葉)이나 그 基部가 變形하거나 頂芽가 枯死하는 것

칼슘(Ca) 缺乏症

磷酸(P)이나 加里(K) 苦土(Mg) 缺乏症狀은 頂芽의 反對쪽인 下葉(古葉)에서 缺乏症狀이 나타나는데 反하여 칼슘(Ca) 缺乏症은 頂芽先端部の 芽葉에서 發生하는 것이 特徵이다.

一般的으로 生長點의 活動이 弱化되어 頂芽部分이 낙시바늘모양의 灣曲形을 나타내고 甚하면 枯死하게 된다.

杉나무 苗木은 뿌리의發育이 不良하며 發根을 阻害하게 된다.

頂芽나 側芽의 伸長이 停止되고 生長이 萎縮되고 굽으면 正常生育을 하지 못하나 下葉은 活氣만 없을뿐 別影響을 나타내지는 않는다.

나) 新葉은 黃色이나 白色으로 變하며 新梢生長이 萎縮되는 것

· 鐵(Fe) 망간(Mn) 缺乏症狀

칼슘(Ca) 缺乏症에서는 新梢生長이 不良하고 變形되거나 灣曲되어서 枯死하는 것이나 여기서는 枯死하지 않고 變形되거나 灣曲되지 않으며 다만 白調가 褪色하면서 新梢生長이 萎縮되는 것이다.

이것은 鐵(Fe)과 망간(Mn) 缺乏症인데 初心者는 이들 鐵이나 망간 缺乏症이 비슷하기 때문에 區別하기 힘들 程度이다. 一般的으로 黃化現象이 생기며 때로는 死壞組織이 생기기도 한다.

鐵(Fe) 缺乏症은 처음에는 黃化現象과 같으나 漸次甚하여 짐에 따라 白化現象이 되어간다.

鐵缺乏症狀이 망간(Mn) 缺乏症狀과 다른 것은 白色化가 망간보다 強하며 망간 缺乏症은 黃化乃至 黃白化色이 強하게 풍긴다.

망간 缺乏症은 褪色한 死壞組織이 생기기 쉬운 것이나. 鐵(Fe) 缺乏症은 이러한 死壞組織이 新梢나 新葉에서 생기지 아니한다.

苗木에 있어서 鐵缺乏症은 新梢나 芽葉에서 黃色味가 나타나고 漸次 下葉으로 色澤이 옮겨간다.

망간 缺乏症은 新梢나 芽葉이 褪色하면서 死壞組織이 생기며 白色味가 나타나고 漸次甚하면 下葉으로 옮겨가게 되며 잎파리가 지저분하게 變色된다.

3) 其他養料의 缺乏症狀

가) 硫黃(S)의 缺乏症

苗圃에서는 硫酸銅이나 硫黃合劑를 많이 使用하는 것이므로 若干不足할정정 缺乏이 되어서 問題가 된 것은 드물다.

硫黃(S)의 缺乏症狀으로는 苗木生育이 不振하여 倭小하고 葉은 全面的으로 淡綠色을 나타내고 苗木의 잎파리가 細長하며 黃化하는 葉色

은 新葉보다도 下葉(古葉)에서 더욱 甚하게 나타난다.

마치 窒素(N) 缺乏症과 비슷한 症狀이 나타나나 窒素缺乏症狀은 缺乏初期에 虫害에 被害없이 가지 先端이 枯死하게 되나 硫黃(S) 缺乏의 境遇는 이러한 現象은 나타나지 않는다.

그러나 潤葉樹苗木에서는 下葉에 때때로 赤色의 斑點이 생기는데 이것은 葉脈에서 始作하여 葉脈間에 나타나게 된다. 特히 아까시아나무 오리나무類等 豆科植物이나 根瘤植物을 除外한 다른 植物에서는 窒素肥料을 過用했을 때에 硫黃(S) 缺乏症狀이 일어나기 容易한 것이다.

土壤中에 有機物이 없는 純礦物質土壤의 心土層의 苗圃에서는 왕왕 發生하는 症狀이다.

나) 붕소(B) 缺乏症狀

一般的으로 花芽分化 및 實果生産에 重要한 要素이다.

硼素가 不足하면 最初에는 形成層의 細胞分裂은 旺盛하나 組織의 分化가 進行되지 못하며 따라서 細胞膜은 얇고 反面에 柔組織은 增加하나 養分水分을 通管하는 維管束形成이 不振하여지며 炭水化物的 流轉이 阻害되고 軟弱한 苗木이 形成되어 各種病害를 誘發하기 쉽게 된다.

即 苗木生育이 不良하여 矮少하고 硼素缺乏初期에는 生長點의 發育停止 褐變色이 생기며 甚하면 枯枝가 생긴다.

또한 多數의 側枝가 생기거나 頂芽部位의 新梢生長이 停止되고 異狀肥大하며 先端芽葉이 枯死한다.

硼素缺乏의 特徵은 葉, 葉柄, 苗幹의 色이 褪色하여 보이며 細根이나 根毛의 發育이 不良하고 적어진다.

더욱이 注意를 要하는 것은 強酸性土壤 일수록 硼素(B)가 溶脫이 쉬운 것이므로 缺乏症을 나타내게 된다.

育苗에 있어서 硼素가 不足時에는 病害는 勿論 凍害의 被害가 크게 나타난다.

沙果나무 苗木等에서 硼素가 不足하면 小形의 적은 잎이 密生하게 되고 頂芽의 新梢部位에는 잎이 일찍 落葉이지며 枯死하기 始作한다.

다) 亞鉛(Zn)의 缺乏症狀

只今까지 亞鉛缺乏土壤에 對하여 研究가 進行되지 못하였으나 우리나라에도 相當히 많은 缺乏土壤이 分布되고 있다. 苗木이나 樹木에 있어서 缺乏症狀은 가지가 叢生하고 斑葉病 小葉病이 생기며 黃化하는 現象이 나타난다.

葉은 細長하거나 小型으로 되고 葉脈間에 黃斑이 생긴다.

苦土(Mg) 缺乏 보다도 黃斑은 적고 자르며 全葉에 걸쳐서 있으며 漸次 上葉으로 옮겨간다.

亞鉛缺乏症은 처음에는 잎이 正常일과 別差없으나 새로 나오는 新葉일수록 적어진다. 甚할 境遇에는 잎이 마르고 나무가 枯死하기도 한다.

라) 銅(Cu)의 缺乏症狀

苗圃에서는 硫酸銅이나 銅化合物葉劑에 依하며 主로 供給됨으로 큰 被害는 것이 없다.

銅缺乏症의 典型的인 形態로는 두가지가 있다 하나는 苗木의 가지가 죽는 것과 新開墾地에서 發生하는 葉先端黃化病이다.

· 苗木의 枯枝

苗木의 가지나 果樹의 가지가 枯死하는 것은 只今까지 原因不明의 病이라고만 알려져 왔으나 最近「비도만」氏에 依해 銅(Cu) 不足에서 招來되는 것이라고 밝혀졌다.

銅缺乏症으로서는 어린가지의 樹皮가 고무 模樣的 物質을 含有한적은 汚染斑이 생겨서 이것이 漸次 다른 가지로 퍼져 褐色 또는 赤褐色으로 되며 雨期中에는 黃~赤色の 고무 模樣的 物質이 流出되고 이어서 落葉이지며 가지가 枯死하고만다. 이러한 症狀은 암모니아(Ammonia)를 過多하게 施用하여도 비슷한 症狀이 생긴다고해서 암모니아 過剩症狀이라고 하여 Ammoniation이라고 부르기도 한다.

銅缺乏症이 甚하면 發疹(발진)病이 誘發되기 쉬운 것이다.

마) 모리부엡(Mo) 缺乏症狀

苗木에서의 모리부엡(Mo)의 役活은 細菌의 窒素(N) 固定作用을 圖謀하고 維生素 C의 生成作用을 하며 銅과는 拮抗作用이 있다.

모리부엡(Mo) 缺乏症狀은 外觀의으로 매우 多樣하게 나타나는 것이 特異하다. 葉이 正常이 아닌 鞭狀葉이 되고 葉脈間의 黃化가 생기며 黃

斑病이 생기기도 한다. 濶葉樹잎은 正常보다 小形이며 안으로 옥으러지는 것이 特徵이다. 또한 黃斑이 많이 생기므로 過去에는 黃斑病이라고 까지 이름을 부쳐서 病害로 誤診하였다.

根瘤植物에서는 모리부엡이 不足하면 根系發育이 極히 不良하고 따라서 生育이 全般的으로 不良하다.

以上の 養料缺乏症狀을 綜合하며는 加里(K₂O) 苦土(MgO)缺乏症은 下葉(古葉)에서 漸次上方의 新葉으로 症狀이 나타나는데 이것은 K₂O, MgO成分이 樹體內에서 移動이 容易한 養料元素이기 때문이다.

이와는 反對로 칼슘(Ca) 鐵(Fe) 망간(Mn)缺乏症은 新葉에서 漸次 下方의 老葉으로 나타나는데 이것은 樹體內에서 養分元素의 移動이 어려운 것이기 때문이다.

또한 磷酸(P₂O₅) 缺乏症은 植物生育初期부터 나타나는데 苦土(Mg)缺乏症은 生育後期에 나타난다.

낙엽송 育苗에 있어서 磷酸(P₂O₅)缺乏症으로 誤診한 實例을 들어보면 굼벵이나 根切虫에 加害로 因하여 뿌리가 切斷되거나 被害를 입으면 磷酸吸收가 不良함으로 缺乏症이 생기는데 磷酸缺乏症은 窒素(N)나 加里(K) 缺乏症보다도 먼저 紫赤色으로 나타나기 때문에 誤診하기가 쉽게 된다.

苗板에서 實際로 各養料의 缺乏症은 合併的인 면서 複合的으로 나타나는 것이므로 誤診할 우려가 있으므로 이런때는 土壤檢定이나 葉分析에 依한 診斷을 받어서 對策을 講求하여야 할 것이다.

나. 養料元素의 缺乏과 過剩毒害

1) 多量元素의 缺乏과 過剩毒害

多量元素일지라도 土壤粒子內에 微量元素에 比하여 많다는 것이며 苗木生育上 좀더 要求되는 것이라서 多量元素라고 이름 부쳐진 것이다.

그러므로 多量元素라고 할지라도 너무 過多하며는 오히려 다른 養料에 對하여 被害를 주게되는 것이다. 即拮抗作用을 이르게 된다는 것이

다. 또한 너무 적은 養料은 苗木生育을 正常으로 할 수 없게 되는 것이다. 卽 微量元素라고 할지라도 너무 過少한 微量이던 養不足現狀이나 缺乏症狀을 나타냄으로 모릅지기 各養料은 分수에 알맞게 適當한 養料가 土壤內에 包含되어 있어야 苗木도 健實하게 그리고 肥沃한 土壤을 維持하게 되는 것이다.

그러므로 多量元素나 微量元素나 어느 程度면 過多한 것이며 어떠한 程度가 不足한 것인지 또한 어느 程度가 適當한 것인지 論하고자 다만 여기서는 代表的인 것을 들고 있는 것이며 樹種이나 作物에 따라서 多少 다른것은 無視하기로 한다.

가) 全窒素(T-N)

一般的으로 土壤中の 窒素는 土壤有機物の 1/21程度 含有하고 있다.

土壤中에서 가장 季節에 따라 變化가 甚하고 速効性임으로 施用後 一週日內外에는 分散吸收되고난다.

窒素는 土壤中에서 암모니아態(NH_4^+)와 硝酸態(NO_3^-)로 變하여 苗木에 吸收利用하게 된다.

苗圃土壤中の 全窒素는 0.3~0.8%程度가 適當하고 0.1%以下는 不足한 것이며 0.8%以上은 過多한 것이다.

土壤中の 窒素가 過多하면 加里(K)와 硼素(B)가 拮抗作用을 일으켜서 도리혀 害蟲과 荳科植物이나 根瘤植物에서는 生育이 不良할 뿐만 아니라 病害에 弱하고 褐斑病에 걸리게 된다.

苗木栽培時에 있어서 窒素(N)의 供給量을 많이 施用하면 蛋白質의 合成이 旺盛하면 葉이 커지고 先合成量도 많아져서 生長量도 增大되나 一定限度를 超過해서 施用하면 窒素를 적게 吸收利用하고 細胞膜物質의 生成이 減少하여 軟弱多汁質인 樹體가 되어서 도리혀 모든 病虫害에 抵抗力이 弱하여지게 된다.

窒素肥料 施用時는 加里肥料를 混用施用하여야 하며 追肥는 苗木生育狀態에 따라 施肥하여야 하나 普通 一般的으로 其肥量의 1/3程度가 適當한 것이다.

나) 有效磷酸(P_2O_5)

育苗에 있어서 磷酸은 多量元素로서 苗體를

튼튼하고 단단하게 만들며 苗木生理上 重要な 化合物을 製造하며 에너지의 傳達하는 役活도 하는 것이다.

卽 磷은 細胞核의 主成分인 Nucleic acid의 主要構成元素로서 細胞分裂에 依한 植物의 生長現象에 直接關係가 있다고 한다. 生理化學의 進歩와 發展으로 因하여 植物의 炭素同化 作用이나 呼吸作用의 機構에 關與하며 苗體內에서 行하는 代謝作用에 傳達媒介體로서 重要的인 것이다.

또한 磷酸은 苗木의 成熟을 促進하거나 根系發達을 促進하며 特히 側根發達을 크게 圖謀한다.

磷酸肥料로는 過磷酸石灰 重過磷酸石灰 熔成磷肥 燒成磷肥 熔過磷 토마스磷肥 骨粉等이 代表的이다.

磷酸肥料는 窒素肥料와 같이 雨水에 依하여 流失되거나 地下部로 浸透溶脫되는 일이 매우적다.

또한 土壤에 잘吸着保持되는 反面 植物에 吸收利用이 어려운 形態로 變化한다.

卽 磷酸의 固定作用이 일어나기 쉽다. 故로 磷酸의 吸收率은 10~20%에 不過한 것이다.

磷酸의 要求度가 큰 苗木은 根瘤樹木인 아카시아나무 오리나무類 자귀나무 싸리나무類等이며 다음이 낙엽송 소나무等이다.

磷酸肥料의 溶解性으로 보면 물에 녹는 水溶性磷酸은 過磷酸石灰 重過磷酸石灰等이 있으며 이들은 大部分 準速効性肥料이다.

拘溶性磷酸은 可溶性磷酸으로서 물에는 녹지 않으나 Petelnan拘磷酸암모니아 溶液에 녹는 磷酸分과의 合計量으로서 熔成磷肥나 燒成磷肥, Tomas磷肥等 緩効性 또는 遲効性肥料等이 있다, 育苗에 있어서 磷酸(P_2O_5)는 生育初期부터 中期에 걸쳐서 特히 必要的인 것이기 때문에 基肥로 施用하여야 한다.

그러므로 造林木에서 晩秋에 施肥하는 것이 더욱 좋은 方法이다.

苗板에 播種床에서는 發芽直後에 磷酸이 不足하면 生長이 不良할뿐만 아니라 諸病害의 原因이 된다.

낙엽송 播種床에서 磷酸이 不足하면 立枯病의 蔓延으로 幼苗가 全滅하기도 한다. 苗圃土壤에

서 筆者의 經驗에 依하면 P_2O_5 100—800ppm이 適當하고 P_2O_5 30ppm以下는 不足한것이며 P_2O_5 10ppm未滿은 缺乏한 狀態이다. 또한 P_2O_5 900 ppm以上이면 過多한 것이다.

有效磷酸(P_2O_5)이 過多할 境遇는 加里(K_2O) 鐵(FeO) 銅(Cu) 亞鉛(Zn)等과 拮抗作用이 있으므로 多리혀 害롭다.

다) 置換性加里(K_2O)

育苗에 있어서 加里(K) 施用은 苗木生育과 큰 關係가 없는것 같이 生覺하는 사람이 많이 있다 또한 實際로 肥料 三要素(N.P.K)施肥試驗을 하여 보면 加里施用의 效果는 매우 적거나 거이 없어 보인다. 三要素의 生育順位는 $N > P > K$ 의 順으로 나타나기 때문이다.

그러나 一端 苗木이 病害가 걸리게 되며는 苗木의 生育狀態는 正反對로 肥料三要素의 生育順位는 加里效果가 가장 크게 나타나고 다음이 磷酸效果가 나타나고 끝으로 窒素의 施肥效果가 나타나 $K > P > N$ 의 順이 된다.

即 加里(K_2O) 施肥效果는 어떠한 危害에 對하여 抵抗性이 매우 強하게 나타나 耐病性이 크고 耐旱性이 크며 또한 耐寒性이 가장 큰 것이다.

加里는 苗體를 康健하게 만들며 生理的으로는 光合成促進과 蛋白質合成에 크게 關與하게 된다

또한 最近의 研究結果로서는 加里가 蛋白質의 代謝 特히 Amino acids에서 蛋白質의 合成過程에 있어서 不可缺의 要素이며 炭水化物代謝에 미치는 影響은 二次的인 것이라고 한다.

加里는 生體內의 反應에 關與하는 酵素의 賦活劑 Activator로서의 役割이 크다. 또한 細胞液의 緩衝 및 膠質性에 對하여 Cation으로서의 作用도 重要한 것이다.

育苗에 있어서 加里가 不足하면 苗體의 組織이 軟弱多汁하여 諸害에 對한 抵抗性이 弱해진다.

加里施用은 또한 日照不足을 補強하는 役割도 있다.

또한 加里가 不足하면 水分含量이 低下되는 것은 잘알려져 있는 事實이며 細胞도 急激히 老衰하는 것이다.

置換性加里(K_2O)의 適正含量은 K_2O 0.3~

1.0me/100g이고 K_2O 0.3me/100g以下는 不足한 것이며 K_2O 0.1me/100g以下는 缺乏한 狀態이다.

또한 K_2O 1.1me/100g以上은 過多한 것이다. 加里가 過多할 境遇는 土壤中の 칼슘(Ca) 硼素(B_2O_3) 마그네(MgO)슘等이 拮抗作用을 이르게 多리혀 害롭게 되는 것이다.

우리나라에서 加里質肥料는 鹽化加里를 一般的으로 많이 施用하고 있다.

이 鹽化加里는 速効性이면서 多少過多施用하면 幼苗가 枯死하게 됨으로 注意를 要한다.

加里는 加里鑛床에 掘取하여 粗製의 加里炭鹽을 精製한 것으로서 우리나라에는 加里鑛床이 없으므로 外國에서 輸入하고 있다.

多幸히 有機質肥料는 少量이나마 加里成分을 含有하고 있으며 草木灰에는 加里가 5~6%含有하고 있다.

土壤中の 大部分의 天然加里는 長石, 雲母에 含有하고 있으며 有効性이 없는 形態의 加里(K)가 90~98%나 된다. 이들은 風化에 對하여 抵抗力이 強하고 一定期間中の 加里供給量은 大端히 적다.

그러나 每年 土壤中에 有効性形態로 放出하는 累積總量이 重要한 것이며 加里는 炭酸水와 같은 溶媒의 作用을 받아 漸次 放出되니 더 有効性인 形態로 되는 것이다. 또한 重要한 것은 酸性粘土에서는 이러한 原鑛物을 分解하여 加里 및 다른 鹽基가 放出하게 되는 것이다.

有効性이 큰 加里는 土壤中の 全加里量의 約 1~2%에 不過한 것이다.

이것이 土壤溶液中에 있는 加里와 土壤 Colloid 表面에 吸着되어 있는 置換性加里이다. 有効性 加里의 約 90%가 置換性加里이다.

加里는 土壤中에서 溶脫損失되기도 한다. 有効性이 느린 形態의 加里는 土壤膠質物質에 吸着될 뿐만 아니라 固定됨으로 普通의 置換方法으로는 放出되지 않으므로 非置換性加里라고 한다.

이와 같은 加里는 林木에 쉽게 利用될 수 없으나 有効한 形態와 平衡關係가 있으므로 有効性이 느린 加里의 極히 重要한 貯藏庫의 役割도

하므로 溶脫을 어느程度 防止할 수 있는 것이며 適當한 時期에는 徐徐히 有效한 形態로 變化되기도 한다.

라) 苦土(MgO)

苦土는 葉綠素의 成分이며 苗體內에서 磷의 流轉에 關與한다.

그러므로 苦土는 葉綠素를 構成하는 唯一한 無機質元素이다.

葉綠素(Chlorophyl)生長에 關係함으로 不足時는 葉이 黃化現象을 일으키게 된다.

苦土는 酵素의 가장 有力한 賦活劑로서 特히 磷酸代謝와 關係가 있는 酵素와 密接한 關係가 있다고 한다.

過去에는 苦土(MgO)肥料를 施用할 必要가 없다고까지한적도 있으나 우리나라는 意外로 苦土 缺乏土壤이 많으므로 苦土施用의 效果가 크게 나타나고 있다. 最近에는 N.P.K Mg를 들어 肥料 四大要素라고 까지하고 있다.

苦土肥料로서는 炭酸苦土石灰, 苦土石灰, 水酸化苦土, 硫酸苦土 등이 있고 磷酸과 苦土가 함께 含有하고 있으며 土壤酸化도 矯正하는 熔渣 磷肥가 있다.

苦土肥料中 硫酸苦土만 除外하고는 全部 白雲石(Dolomite)을 原料로 만드는 것이다. 硫酸苦土만 中性이고 水溶性苦土를 含有하고 있으며 其他는 拘溶性苗土이다.

其他 苦土肥料로서 苦計加里鹽(10~12%) 熔成磷肥(20%內外) 硅酸肥料(1~14%) 등이 있다.

施用量은 苗圃에서는 1段步當 70~140kg程度이고 水溶性의 硫酸苦土로서 30~90kg이나 當該土壤의 苦土缺乏程度에 따라 施用하여야 한다

苗圃土壤中 苦土(MgO)가 適當한 濃度는 MgO, 0.4~1.9me/100g程度이다.

MgO, 0.4me/100g以下는 不足이며 MgO, 0.2me/100g以下는 缺乏狀態이고 MgO, 2.0me/100g以上은 過多한 것이다.

苦土가 過多하면는 土壤中の 加里(K₂O)나 石灰(CaO)와 拮抗作用을 이르기므로 苗木生育이 不良하고 病害를 誘發하기 쉽게 된다.

苦土가 缺乏하면는 낙엽송에서는 7月~8月頃에 잎이 紫赤色으로 變하여지며 이때는 이미 葉

綠素가 破壞되어 生長이 停止되고 만다.

이때 苦土肥料를 施用하여도 效果를 보지 못하게 되는 것이므로 事前에 充分히 苦土肥料를 施用하여야 할 것이다.

마) 石灰(CaO)

石灰 即 土壤中の 칼슘은 土壤의 酸度矯正에 매우 重要한 것이다.

石灰는 細胞膜의 形成과 原形質을 正常的으로 維持하는데 必要한 것이다.

石灰는 苗體內에서 Pectin과 結合하여 細胞膜을 強堅하게 만들고 苗體內에서 生成하는 蓚酸 Oxalic acid 등의 有機酸과 結合하여 그 毒性을 除去하는 役割을 한다. 또한 原形質의 Mitochondria의 含量을 높히며 Mitochondria는 酸素呼吸(ACT回路)에 必要한 酵素群을 많이 含有하는 것에서 石灰의 重要性이 確認되고 있다.

石灰肥料는 生石灰(酸化石灰: CaO), 消石灰(水酸化石灰: [Ca(OH)₂])와 石灰石粉末, 農用石灰, 炭酸石灰(CaCO₃) 등이 있다.

石灰는 間接肥料이며 石灰窒素 熔成磷肥 苦土石灰, 草木灰 등이 石灰를 含有하고 있으며 알칼리 성이므로 土壤酸度를 矯正한다.

中和에 必要한 石灰量은 炭酸石灰를 基準으로 하여 100이라면 生石灰는 60 消石灰는 80이라고 할 수 있다.

石灰肥料는 土壤中の 有機質肥料의 分解 土壤의 固粒構造促進 林木의 有害한 活性알미라를 固定시켜 無害하게 하며 土壤微生物의 活動促進 效果가 있는 間接肥料이다.

石灰를 過用할때는 土壤中の 有機物이나 窒素가 分解消失되고 苦土(MgO) 鐵(Fe) 亞鉛(Zn) 硼素(B₂O₃) 등의 微量元素를 不可給態로 만들게 됨으로 土壤酸度를 檢定한 다음 1回施用으로 pH0.5程度로 矯正하도록 施用하여야 苗木이나 土壤에도 不作用이 없는 것이다.

土壤中の 石灰가 不足하면는 苗木의 生長點이 말르고 굽어지면서 枯死하게 된다.

苗圃土壤中 置換性石灰(CaO)로서 適當한 것은 CaO, 0.9~3.5me/100g程度이다.

CaO, 0.8me/100g以下는 不足한 것이며 CaO 0.4me/100g以下는 缺乏狀態의 土壤이다.

또한 CaO, 4.0me/100g 이상은 과도한 것이므로 注意를 要한다. 但 潤葉樹 苗板에서는 CaO, 4.0me/100g 程度는 樹種에 따라 좋으나 一般的으로 CaO 4.0me/100g 이상은 과도한 것이다.

石灰가 過多하면 土壤中の 加里(K₂O) 苦土(MgO) 망간(Mn) 鐵(FeO) 硼素(B₂O₃) 亞鉛(Zn) 등의 土壤養料가 下可給態養料가 되어 拮抗作用을 일으키게 됨으로 苗木生育에 큰 障害를 招來하게 됨으로 도리해 나쁜 結果를 가져온다.

더욱이 우리나라의 苗木은 pH5~6에서 生育이 良好하다는 事實을 알아야 할 것이다.

바) 硫黃(SO₂)

硫黃(S)은 炭素(C) 酸素(O) 水素(H)와 함께 蛋白質 Ammino酸 등의 化合物을 生成하는데 매우 重要한 生理的 役割을 한다.

黃酸根이 없는 土壤에서는 苗木이 黃化한다.

蛇紋岩系統의 基岩地帶의 土壤에서는 硫酸肥料의 效果가 크게 나타난다고 한다. 硫黃이 缺乏하면은 苗木에 있어서 形成層의 分裂이 抑制되고 肥大生長이 阻害된다.

苗木은 硫酸 ion(SO₄⁻)의 形態로 吸收하며 苗體內에서는 有機化合物로 된다. 土壤中の 有機物은 硫酸의 重要한 供供源이 된다.

過磷酸石灰에는 11%의 硫酸이 石膏의 形態로 含有되어 있으며 硫安은 24% 硫酸加里는 16.5%의 硫黃(S)을 含有하고 있다.

表土 1kg中에서 3mg以下일 境遇 硫黃缺乏土壤이라고 한다.

有效態의 硫黃이 土壤中에서 0~5ppm이며는 極度缺乏이며 5~10ppm이면 不足이다.

SO₂, 10~20ppm이며는 一般的(15ppm內外)으로 適當하다 SO₂, 20ppm以上이면 過多하다.

SO₂가 過多하면 土壤이 極酸性으로 變함으로 苗木生育에 支障을 가져온다.

土壤中에서는 CaO, K₂O, (NH₄) 등과 結合하며 存在하는 것이다.

SO₂의 缺乏은 N의 缺乏과 비슷하다. 잎은 短少하고 잎 全面에 淡綠色을 나타내고 甚하면 黃化現狀이 생기는데 硫酸이나 硫黃缺乏症은 新芽보다는 下葉(古葉)에서 顯著하게 症狀이 나타난다.

다. 이것은 硫黃飢餓現象이라고 한다.

2) 微量元素의 缺乏과 過多

가) 鐵(Fe₂O₃)

鐵(Fe)은 中性土壤에서 缺乏하기 쉬운 元素이다. 赤黃色의 苗圃土壤中에서의 全鐵은 普通 10%內外 含有하고 있기도 한다. 主로 鐵은 葉綠素의 構成元素는 아니나 葉綠素의 生成과 密接한 關係가 있다. 近年의 研究結果는 強酸性土壤으로 因하여 Mn過剩吸收 銅鑛毒 또는 磷酸硝酸의 吸收等에 基因하여 鐵(Fe)의 缺乏이 生진다고 한다.

鐵(Fe₂O₃)은 苗體內에서 微量元素中에서는 가장 大量으로 酸素呼吸에 關與하는 酸素體構成에 있어서 苗體遊離 Energy生産에 關係한다.

또한 鐵은 樹體內에서 各種酵素의 構成成分으로서 存在하여 二價鐵(還元型: Fe⁺⁺)→三價鐵(酸化型: Fe⁺⁺⁺)의 相互變化에 依하여 重要한 酸化還元反應에 關與하고 있다. 鐵과 어느 酵素는 Chlorophyll의 生成에 觸媒作用을 한다. 이런 鐵을 活性鐵이라고 하는데 이 活性鐵(active iron)이 微量으로 葉中에 含有되어 있을때만이 葉綠素生成에 充分한 作用을 하는 것이며 弱酸性土壤에서 活性鐵의 作用이 效果가 크게 나타난다.

우리나라 苗圃土壤中에서는 全鐵이 7~11% (不可給態의 鐵)이 含有하고 있다. 그러나 活性鐵로서 利用되는 것은 極히 少量에 不過한 것이다.

土壤이 酸性이며는 三價鐵이 溶出하나 中性에 가까울수록 水酸化鐵이 되어서 沈澱한다.

또한 土壤有機物이나 腐植의 分解에 따라서 一部는 還元되어서 二價鐵로 變하고 腐植과 같이 酸化되기 어려운 型으로 바꾸이게 된다.

有機物分解時에 發生하는 炭酸 gas는 炭酸鐵이나 重炭酸鐵을 生成하여 鐵分을 잘 溶解한다.

鐵이 不足하며는 他微量元素과 같이 潛在性缺乏症이 많으나 甚할때는 淡黃白化現象이 일어난다.

鐵不足症이 確實하면 硫酸第一鐵(Fe SO₄) 0.1% 程度의 溶液을 葉面撒布하면 溶液이 묻은 자리에 葉綠素의 生成作用을 肉眼으로 볼 수 있다.

을 정도로 효과가 빠른 것이다.

鐵은 알카리性 土壤일수록 不足現狀이 甚하게 나타난다.

鐵缺乏症은 上葉(新葉)에서 出現하며 硫酸第一鐵을 葉面撒布하거나 珪酸質肥料을 施用하면 鐵을 供給할 수 있다. 또한 熔成磷肥, 熔成苦土磷肥(Fe 1.8% 内外) 熔過磷(Fe 4% 内外)等을 施用하면 된다.

나) 망간(MnO)

망간은 葉綠素의 生成 光合成 維生素 C와 合成에 關與한다.

망간(Mn)은 鐵과 같이 葉綠素의 生成의 關與하는 것이며 苗體內에서 여러가지 物質代謝의 觸媒作用을 하는 酵素들의 活性과 關係된다.

망간(Mn)은 鐵(Fe)의 도움을 받아 모든 葉綠素를 合成하는데 도움이 됨으로 莖葉에는 많은 망간(Mn)이 含有되어 있다. 망간(Mn)의 樹體內에서의 生理作用은 酸化還元反應에 關與한 Ascorbic Acid(Vitamin C) Glutathione等 健全 苗木에서는 還元型으로서 存在하는 것이 많다. 망간(Mn) 缺乏時에는 鐵 Ascorbic acid. Glutathione等은 酸化型으로 移行하여 存在한다.

망간(Mn)이 缺乏된 苗木의 葉脈(濶葉樹)에 鐵이 着色된 것은 不溶性의 Fe^{+++} 이 沈積되기 때문이다.

苗木에서 망간이 $Mn^{++} \rightarrow Mn^{+++}$ 과 같은 變化를 하게됨으로 鐵의 過剩吸收는 Mn缺乏을 誘發하고 反對로 Mn過剩吸收는 鐵缺乏을 誘發한다.

나무가 吸收하는 망간은 Mn^{++} (manganous manganese)이고 酸化하여 Mn^{+++} (manganic manganese)으로 되게되면 苗木이 吸收할 수 없게 된다.

土壤 pH6.0以上이면 Mn^{++} 가 Mn^{+++} 로 酸化하고 pH6.0以下の 强酸性이 되며는 Mn^{+++} 이 Mn^{++} 로 還元되게 된다. 强酸性 土壤에 石灰를 加用하여 알카리로 矯正하게 되면 Mn缺乏이 일어난다. 그러므로 밤나무 林에서는 活性망간이 少量含有된 pH4.8~5.8까지 變化하도록 石灰를 施用하여야 한다.

pH6.0以上の 中性乃至 알카리性 土壤으로 되며는 Mn缺乏이 일어나 도리어 苗木生長이 衰退

하게 된다.

이와는 反對로 强酸性土壤에서는 Mn^{+++} 이 Mn^{++} 으로 還元되는 量이 너무 많이 溶出되므로 오히려 망간(Mn)의 過剩毒害作用을 일으켜 赤疹病이 發生하게 된다. 또한 망간(Mn)의 過剩被害가 甚할때는 落葉性褐斑病이 생긴다.

망간(Mn)이 不足한 苗圃土壤에서는 硫酸망간($MnSO_4$)을 施用하여야 한다. 土壤反應이 中性일때는 硫酸망간($MnSO_4$)을 段步當 8~10kg程度를 施用하고 微弱한 酸性일때는 5~8kg程度施用하고 매우 强한 酸性일때는 鹽化망간($MnCl_2$)를 10kg程度 施用해야 한다.

특히 苗圃에서는 苦土(MgO) 鐵(Fe_2O_3)의 缺乏症狀으로 誤判하여서 苦土化合物이나 鐵化合物을 施與하거나 葉面撒布하여 回復하지 않을 境遇는 망간(MnO) 缺乏임으로 一般的으로 硫酸망간($MnSO_4$)을 0.3%의 水溶液을 葉面撒布(1段步當 60~70%)를 1~3回撒布하며는 健全한 狀態로 回復된다.

망간(Mn) 不足時는 白化現狀이 생기고 過多時는 赤疹病 落葉褐斑病이 생긴다. 苗圃土壤에서 망간(MnO), 이 MnO , 0.7ppm以下는 缺乏, MnO , 0.8~3.0ppm 若干不足이며 MnO , 3.0~15ppm適當하고 MnO , 15~30ppm이면 過多, MnO , 31~50ppm이면 甚히 過多한 것이다.

망간 過多時에는 土壤中 石灰(Ca)와 銅(Cu)은 拮抗作用을 이르게 樹體가 軟弱해지고 잎이 오그라진다.

다) 硼素(B_2O_3)

硼素는 苗木을 단단하고 健實하게 자라게 할 뿐만 아니라 모든 病害에 對하여 抵抗力을 强하게 하는 役割을 한다. 또한 우리나라 土壤에는 一般的으로 硼素가 缺乏되고 있다.

그러므로 특히 果樹苗木栽培에 必要한 元素이며 다른 元素로 代用할 수 없는 것이기도 하다.

果木의 開花結實과 果實生産에는 必須的인 養料元素이기도 하다.

從來에는 原因不明이던 數十種의 生理病이 硼素施用에 依하여 明白히 解決되게 되었다.

硼素(B_2O_3)는 1808年 最初로 Gelsack가 發見以來 많은 實驗結果에 依하여 좋은 研究結果

가 나왔다.

이를 종합하여 보면 硼素는 根의 發育에 關係하고 있으며 根의 原基를 形成하고 根의 組織分化和 根의 伸長生長 그리고 根의 分枝 및 根毛 發育促進 苗木의 木質化 및 彈力性保持, 分裂活動과 分化調節 形成된 組織의 維持等에 關與한다. 硼素는 特히 苗木의 細胞膜을 形成하고 Pectin 質의 生成에 깊이 關聯하고 있으며 植物 Hormone의 移動에도 關係한다고 하였다.

以上과 같이 長久歲月에 걸쳐서 研究한 結果이지만 아직도 不明瞭한 것이 많으나 지금까지의 것을 苗木에 對하여 要約하여 보면 硼素의 役割은 다음과 같다.

- ① 原形質의 水分代謝에 關係하며
- ② 細胞膜 Pectin의 形成과 通導組織의 維持 增進
- ③ 陽 ion의 吸收와 關係하며 特히 칼슘 (Ca) 利用과 密接한 關係가 있다.
- ④ 炭水化合物 및 窒素 (N)의 代謝를 促進한다
- ⑤ 硼素는 酵素의 構成分은 아니나 活力增減에 關係된다.
- ⑥ 子實이나 果實形成과 稔實과의 關係가 크다.
- ⑦ 뿌리를 튼튼히하고 發根을 促進시킨다.
- ⑧ 모든 生理的 病害(生理障害)를 治癒하는 作用도 한다.

- 心底腐病 : Heort rot of sugar beets.
- 心腐病 : Brown heart rot of tarnip
- 莖割病 : Cracked sten of celery
- 先端病 : Top sickness of tobacco
- 腫病 : Canker
- 內部黑點病 : internal black spot of sagar beet
- 褐色病 : Browning of Cauliflower
- 黃化病 : yellows, yellow top of alfalfa.
- 縮果病 : Internal cork, external cork of apple.
- 褐色病 : Browning-spotting of apricot
- 담쟁이 덩굴 葉病 : Ivy loaf of hops
- 枝枯病 : Die-back

以上과 같이 從來에는 病害로만 誤判되었던

것이 硼素施用으로 因하여 治癒하게 되었으므로 病害가 아니라 B_2O_3 缺乏에 依한 生理的障害라는 것이 判明되게 되었다.

硼素肥料로는 硼砂 또는 硼酸나트륨($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)로서 Borax 또는 Sodium borate, Sodium biforate라고도 한다. 硼素 (B)가 31%이다. 其他 硼酸石灰 硼酸苦土 등이 있다. 苗圃土壤中の 硼素平均含量은 水溶性硼素로서 0.15ppm이며 一般的으로 B_2O_3 , 0.07~0.20ppm 程度임으로 매우 不足한 狀態이다.

特히 硼素는 生殖生長에 많이 必要로하며 苗木에서와 같이 營養生長을 하는 때는 生殖生長時보다 좀적게 要求된다.

우리나라 苗圃에서는 B_2O_3 , 0.01~0.07ppm 缺乏이고 B_2O_3 , 0.07~0.15ppm 不足이고, B_2O_3 , 0.16~2.0ppm 이 適當하고 B_2O_3 , 2.5ppm 以上은 過多한 것이다.

더욱이 B_2O_3 , 3.0ppm 以上이면 苗木의 잎이 타고 生長이 停止되며 B_2O_3 , 5.0ppm 以上이면 苗木이 枯死하게 된다.

萬一 苗木이 硼素가 過多하여 貧死狀態이되는 即時 石灰水를 타서 床面に 灌注하거나 흙뻘 撤布하여야 한다. 이때 石灰水는 물 1斗에 石灰 1升程度를 타서 흙이 充分이 젖도록 施用하여야 한다.

苗圃土壤中 硼素가 B_2O_3 , 0.07ppm 以下일 때는 硼砂를 1段步當 1.5~2.0kg 施用하면 充分하다. 不足時 0.1%의 硼砂溶液을 撤布해도 效果가 나타난다.

라) 알루미늄(Al_2O_3)

超強酸性土壤에서 活性아루미늄이 많이 溶出되어 毒害作用을 이룬다.

또한 土性別로 보려는 硅酸質土壤보다는 모래分이 없는 礫土質土壤에 많이 含有하고 있으며 過多時에는 過剩毒害(Toxicity)作用을 이르게 害롭다.

超強酸性土壤에서는 苗木生育이 不良하다. 그러나 酸性土壤의 水素 ion(H^+)이 直接作用하여 苗木生育을 不良하게 만드는 것은 아니다.

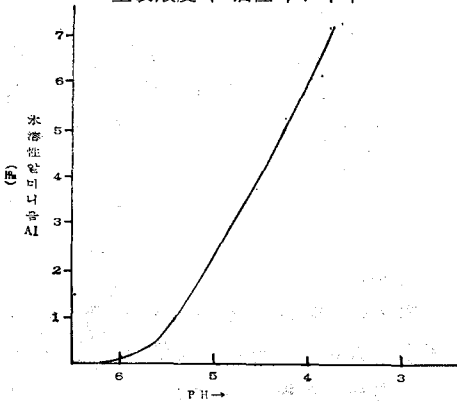
酸性이라는 것은 苗木에 있어서 間接的인 影響이며 酸性인 다른 無機營養素의 有効성에 影

響한다.

即 어떤 境遇는 苗木의 磷(P) 칼슘(Ca) 마그네슘(Mg) 모리부텡(Mo)과 같은 成分이 不足하며 또 다른 境遇는 알루미늄(Al) 망간(Mn)과 같은 成分이 過剩吸收되어 毒害作用을 이끄는 것을 生覺할 수 있다.

土壤酸도와 土壤溶液中의 알루미늄 (Al)間에는 密接한 關係가 있다. 即 다음 그림과 같이 pH가 超強酸性이 되는 水溶性알루미늄의 溶出이 늘어나게 되어 植物이 過剩吸水을 하게 되는 것이다.

土壤酸도와 活性아루미나



強酸性일수록 水溶性아루미나의 量이 많아진다. 水溶性 即 活性아루미나가 Al_2O_3 , 7ppm 이상이면 毒害作用이 일어나기 始作한다. 또한 알루미늄(Al)이 많으면 土壤中の 有效磷酸(P_2O_5)를 固定시켜 不可給態로 만들어 나쁜 影響을 가져오게 한다.

알루미늄(Al)이 苗木에 많이 吸收되면 苗木中에 磷酸과 結合하여 不溶性의 磷酸알루미늄($AlPO_4$)이 生成하여 磷酸缺乏症을 나타내기도 한다.

알루미늄을 또한 脫水素酵素의 活性을 阻害하기도 하며 칼슘(Ca) 마그네슘(Mg)의 吸收을 抑制하기도 한다.

花崗岩土壤等 珪酸質土壤에서는 活性아루미나가 比較的 적으나 生理的酸性肥料을 施用하며는 알루미늄(Al)이 溶出된다. 그러므로 알루미늄(Al)의 溶出을 抑制하기 爲해서는 石灰質肥料를

施用하여 酸도를 矯正해야하며 酸性土壤에서 缺乏하기 쉬운 磷酸(P_2O_5) 苦土(MgO)라 酸性土壤에서 溶解성이 적은 모리부텡(Mo) 酸性土壤에서 流失되기 쉬운 硼素等を 補給하여야 하며 또한 有機物質을 施與하여 土壤의 緩衝能力을 높이어야 할 것이다.

특히 珪酸質肥料의 施用도 알루미늄(Al)의 溶解性を 낮추어주는 効力이 있다. 그러나 알루미늄(Al)이 適當히 있으면 苗木生育을 圖謀하고 土壤微生物을 促進시키는 效果도 있다.

水溶性알루미늄으로서 Al_2O_3 , 0~3ppm 缺乏狀態이고 Al_2O_3 , 4~7ppm 適當하고, Al_2O_3 , 8ppm 以上이면 過多하다.

알루미늄이 缺乏하거나 不足時에는 硫酸나트륨($Al_2(SO_4)_3 \cdot 2NaSO_4 \cdot 2N_2O$)나 加里明鑾($KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$) · 硫酸알루미늄($AlSO_4$)를 1段步當 1~1.5kg 施用하면 足하다.

過多時에는 土壤酸도를 pH6.0程度로 矯正하여 주면 된다.

置換性 Al로는 Al_2O_3 , 0.01~0.03% 不足이고 Al_2O_3 , 0.04~0.07% 適當하고, Al_2O_3 , 0.08~0.15% 若干過多, Al_2O_3 , 0.15~0.30% 過多하다.

3) 其他微量元素의 缺乏과 過多

가) 銅(Cu)

苗木生育에 구리가 必要하다는 事實은 오래前부터 알려졌다.

一般土壤에서는 銅의 缺乏이 別로 생기지 않으나 腐植土에서는 종종 나타난다. 결으로는 銅(Cu)의 缺乏與否를 判가름 하기가 어려운 境遇는 葉面에다 0.1% 黃酸銅의 水溶液을 噴霧하거나 또는 生體葉을 30分쯤 이 溶液에 담가두었다가 내놓으면 約10日後부터는 차츰 回復이 되어 가는지를 觀察해서 그 與否를 判가름하기도 한다.

이러한 方法은 망간(Mn)이나 亞鉛(Zn) 또는 그밖의 微量成分의 境遇에도 쓰이고 있다.

유럽에는 地域에 따라 禾本科植物이나 사탕무 등에 開墾病이라는 一種의 生理病이 있다. 이것은 苗木의 잎이 黃色으로 變하고 葉先端이 하얗게 되어 枯死하기도 한다. 이런때는 硫酸銅을

1段步當 3~5kg程度 施用하면 回復이 된다.

우리나라에서 山地에 新開墾地에서 가끔 發生하기도 한다.

禾本科植物에서는 銅(Cu)이 不足하면 稔實이 제대로 안된다.

이처럼 그 缺乏이 問題가 되지만 더욱 深刻한 것은 鑛山이나 工場에서 排出되는 廢水로 因한 銅의 過剩毒害作用이다.

銅過剩毒害가 發生하면 칼슘(Ca)을 施用하면 中和시켜 毒害를 抑制할 수 있다. 山井土壤에서는 腐植이 一般的으로 많기 때문에 林缺乏이 생기기 쉽다. 銅의 葉綠體의 炭酸 gas吸收 암모니아 態窒素(N)의 利用等に 關係된다.

苗圃土壤에서는 Cu, 0~5ppm缺乏狀態이고 Cu, 6~10ppm若干不足이고 Cu, 10~25ppm適當하다. Cu, 25~50ppm若干過多하며 Cu, 50~200ppm은 過多로 因하여 毒害作用이 甚하게 나타난다.

나) 亞鉛(Zn)

亞鉛(Zn)도 苗木生育에 必要한 成分이다. 果樹잎이나 苗木葉이 綠色과 黃色의 얼룩이 생기는 病은 亞鉛缺乏이다.

亞鉛(Zn) 缺乏에는 硫酸亞鉛을 施用하거나 또는 葉面撒布하면 回復된다.

특히 감귤苗木에는 亞鉛缺乏이 자주 일어난다. 苗圃土壤에서는 Zn, 0.1~0.2ppm은 不足하며 Zn, 0.2~0.8ppm適當하고, Zn, 0.9~2.0ppm過多하다. 그러나 苗木의 樹種이나 作物에 따라서 差異가 甚하다.

다) 모리부멩(Mo)

苗木生育에 必須成分인데 특히 荳科植物이나 根瘤植物에서 많이 要求되는 養料이다.

모리부멩(Mo) 缺乏症은 小枝가 赤黃色으로 變하며 一般苗木의 葉은 黃綠色으로 變하게 되고 生育이 不良하다.

모리부멩(Mo)은 細菌의 窒素固定作用 비타민 C의 生成作用에 크게 役割을 하며 銅과는 拮抗性이 있다.

潤葉樹苗의 葉邊이 黃白色으로 變하게 된다. 一般的으로 不足時는 生育이 不良하여 矮性이 되고 黃斑病이 생긴다. 甚하면 잎이 오그라지는

現狀이 생기게 된다.

모리부멩(Mo)은 磷鑛石, 礦滓, 堆肥 綠肥中에도 含有하고 있다.

모리부멩(Mo) 缺乏時는 모리부멩소다($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; Mo約 40%含有)와 모리부멩암모니아($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; Mo約 54%含有)가 있으며 이들은 水溶性임으로 早効性이다. 一般的으로 葉面撒布를 實施한다. 또한 모리부멩酸化合物로서 三酸化모리부멩(MoO_3 , Mo約 67%含有)이 있으며 이것은 酸化모리부멩이라고 부르기도 한다.

이 酸化모리부멩은 過磷酸石灰하고 混合施用하기도 한다.

混合比는 過磷酸石灰 1,000kg에 모리부멩 1kg比率로 섞어서 利用한다.

苗圃에서는 1段步當 모리부멩 100g內外가 適當하다.

苗圃土壤에서는 Mo, 0~0.02ppm缺乏狀態이고 Mo, 0.03~1.00ppm不足이며, Mo, 1.00~4.00ppm適當하고 Mo, 5.00ppm以上은 過多하다. 一般的으로는 中性乃至 알카리性土壤 일수록 過少하고 強酸性土壤 일수록 Mo의 溶出이 많아진다.

以上과 같이 多量元素나 微量元素가 土壤酸度에 따라 可給態가 되고 또는 苗木이 吸收利用할 수 없는 不可給態가 되는 것이므로 針葉樹苗圃는 pH5.0~5.5程度로 矯正하고 潤葉樹苗圃는 pH5.5~6.0程度로 矯正하여야 모든 養料를 잘 吸收利用하여 健苗로 育成할 수 있는 기틀이 되는 것임을 鉛心하여야 한다.

이제 하나의 實例로서 우리나라 苗圃土壤의 代表的인 것으로서 pH를 달리 하였을 때의 土壤의 基本養料의 分析值를 들어 보면 다음 表와 같다

3. 健苗生産을 爲한 提言

科學的인 苗圃土壤管理로 只今까지 病害로 誤診하여 왔던 여러가지 病害는 實히 病害가 아니라 苗木에 營養生理的인 缺乏과 過剩 養料에 因하여 生理的인 障害로 判明된 것이 많다.

健苗生産을 爲하여 다음 事項은 지켜주시면

pH 別苗圃土壤의 微量元素含量表

토양 분석 종합 성적표

— 養料過少
— 養料過多

입도 분석				산도		유기물 O.M %	전질소 T.N %	유효인산 (P.P.m)	치환성				B ppm	Mn ppm	置換性 Al %
모래 %	미사 %	점토 %	토성	H ₂ O 1:5	KOL 11				+	+	++	++			
19.6	48.4	32.0	C	4.0		0.09	0.014	2.1	0.10	0.11	0.48	0.44	0.16	80.00	0.26
30.1	41.9	28.0	CL	4.6		0.09	0.017	4.0	0.15	0.10	0.60	0.64	0.15	70.00	0.24
21.4	48.6	30.0	CL	5.1		0.20	0.040	6.0	0.18	0.12	0.80	0.68	0.15	60.00	0.20
22.4	61.6	16.0	SiL	5.5		0.45	0.044	10.0	0.30	0.19	1.00	0.90	0.20	50.00	0.15
32.4	55.6	12.0	SiL	6.0		0.90	0.055	28.0	0.25	0.18	1.50	1.20	0.20	40.00	0.10
39.0	23.0	38.0	CL	6.5		1.00	0.077	50.0	0.36	0.22	1.90	1.28	0.15	30.00	0.08
36.8	37.2	26.0	L	7.0		1.25	0.080	80.0	0.45	0.21	2.24	1.28	0.27	25.00	0.04
16.2	41.8	42.0	sicL	7.5		1.95	0.117	60.5	0.45	0.24	3.30	1.64	0.20	15.00	0.03
17.2	50.8	32.0	sicL	8.0		2.89	0.185	66.8	0.25	0.32	4.45	1.92	0.17	10.00	0.01
17.2	50.8	32.0	sicL	8.0		3.10	0.200	10.0	0.10	0.18	4.30	0.45	0.10	7.00	0.01

健全한 土壤管理로 健苗를 生産할 수 있을 것으로 본다.

施肥處方에 依據한 施肥는 95~100%의 適中率이 있다.

가. 苗圃基肥施用問題

- 針葉樹苗板은 pH5.0~5.5로 矯正
- 潤葉樹苗板은 pH5.5~6.0로 矯正
- 堆肥 磷酸質肥料 苦土質肥料 其他 有機質肥料는 基肥로 充分히 施用

前年度의 經驗을 살려서 發病初期나 發病前에 土壤檢定에 依하여 科學的인 方法에 依한 施肥處方을 받아 施用하는 것이 安全함.

다. 農藥撒布

健全土壤으로 圃地를 만들면 發病이 적으며 病虫害가 發生되었을 때에는 最小限의 藥劑撒布로 驅除되도록 하여 藥害없는 健全한 苗木을 生産토록할 것임.

나. 土壤檢定實施

慣行施肥는 合理的인 土壤管理를 爲하여 60~70%의 適中率이나 科學的인 土壤檢定에 依한